

高崎昇の数学教育論についての考察

—特に関数や関数の考え方に対する教育を中心にして—

広島大学大学院教育学研究科 中西 正 治

要約：本稿は、高崎の数学教育論の中でも特に関数や関数の考え方に対する教育に焦点化しその考察を行っている。考察の結果は次のようである。高崎は数学教育の目的を「學ブモノノ直觀ヲ働カセテ科學的精神ヲ發揚セシメルニ在ル」とし、科學的精神が形となって現れたのが、関数概念であると考えた。そして関数概念を養成する具体的方法を4点述べている。(1)教師の関数概念の養成への積極的態度、(2)代数学教科書の教材選択とその配列での関数概念の養成の視点の考慮、(3)グラフ教育の普及、(4)各教材への関数的思考の積極的運用。高崎は、幾何の面でも関数概念の育成を考え、ある辺の数と内角の和の関係を表すグラフや辺の数と内角・外角の関係を表すグラフを扱った授業を行っている。また関数概念の養成の評価もその視野に入れようとしていた。

キーワード：科學的精神、生活数学、学校数学、関数概念の養成、グラフ教育

1. 研究の目的

本研究の目的は、特に明治末期から昭和初期にかけて関数や関数の考え方が、数学教育界にどのように理解され受け入れられ具体化されていったかを考察することである。その考察するにあたって、数学教育改造運動は大きな位置を占めている。その運動の流れの中で、実践家であった高崎昇は、広島高等師範学校附属中学校を中心として活動した人物であり、日本の関数教育(数学教育)に少なからず影響を与えた一人である。筆者は、考察する上で、高崎がどのように関数や関数の考え方を捉えどのように具体化をしようとしたのかを知ることが重要であると考え(高崎に関する先行研究は筆者が探した限り見当たらなかった)。

そこで本稿は、高崎の数学教育論の中でも特に関数や関数の考え方に対する教育に焦点化しその考察を行うことを目的とする。ただし、本稿で対象とする高崎の論文は、『學校數學』⁽¹⁾及び『日本中等教育數學會雜誌』⁽²⁾に記載されているものを中心とする。まず高崎の数学教育に対する現状認識から見ることにしよう。

2. 高崎の数学教育に対する現状認識

高崎が当時の数学教育の現状をどのように認識していたかのであろうか。

高崎は、当時の現状を見て「教材ノ實用化心理化ノ叫ビ、函數概念養成ノ叫ビ等ノ聲ハアツテモ、ソレラハ全ク入學試験ノ前ニハ全ク一顧ノ値スラ

ナカツタノデアル」⁽³⁾と述べているように、どんなにすばらしい教育論を唱えても、高等学校の入學試験の前には無力であるのだと現実の厳しさを痛感している。またこのことと関連して、高崎は254校に対して、昭和6年の中学校教授要目が出されてからの実際の授業が分科主義的立場で行われているのか総合的立場で行われているのかのアンケート調査を行っている[表1]。その調査結果から、昭和11年においてもまだ分科主義中心の数学教育がなされていることを指摘している。現場の教師達からも分科的教授の方が効率的であるという意見が多いことも述べている⁽⁴⁾。

[表1]

	分科ノミヲ採用	綜合ノミヲ採用	併用
校數	155	26	73

これは、明らかに数学教育改造運動が広がっていない、逆にいえば数学教育改造運動に対して逆風であることの証拠にもなっている。

このような現状の中で、高崎は数学教育を考えていくのである。

3. 高崎の教育観

高崎は教育の立脚点を生活に置く。⁽⁵⁾

その生活の例として共同生活、団体生活、文化生活の3つを挙げている。特にその中でも文化生活に対しては、「單ナル經濟生活、實用主義」ではなく「ヨリ高イ生活トシテ」の「文化生活」であると注意を与える。⁽⁶⁾

そして高崎は、長田新の言葉を引用して教育の目的を語る。「人間性ノ具體的體現ソレガ生活デアル。生活ハソレガ人間性ノ具體的體現タルトコロニ教育的意義ガアル」⁽⁷⁾ のだから、教育の目的は「人間ヲ人間タラシメル」⁽⁸⁾ であると言いたいのである。

この生活教育は、過去の教育の批判から、「學ヨリ教育へ」ではなく「生ヨリ教育へ」でなければならないと考える。⁽⁹⁾

4. 高崎の数学教育の目的

以上のことから、「生活教育ノ一般概念」と同じように、生活教育における生活数学も「文化ノ創造ヲ究極ノ目的トシテアルモノ」となる。生活数学が「學校數學」なのであるから、「學校數學」の究極の目的は「文化ノ創造」となるのである。⁽¹⁰⁾

そしてこの「學校數學」は数学を抜きには考えられないが、そこにおける数学は「數學ソノモノノ傳授」ではなくて「被教育者ノ内界ニ純内面性ヲ形成スル」ものでなければならないとし、内面性の形成の重要性を訴えている。そしてその「内面性」を高崎は「科學的精神」と呼びたいのである。即ち「數學教育ハ此ノ科學的精神ヲ對象トスル」こととなるのである。⁽¹¹⁾

しかし「直観ハ認識發展ノ唯一ツノ而モ絶對ノ基礎デアル」と考えられるから、「内面的ナ科學的精神ノ發展ハ直観ニヨルヨリ外ニ途ハナイ」とし、高崎は数学教育の目的を「學ブモノノ直観ヲ働カセテ科學的精神ヲ發揚セシメルニ在ル」と考える。⁽¹²⁾

このように科學的精神の發揚が数学教育の目的となることを主張するのである。

5. 高崎が考える科學的精神

今や經濟組織は複雑になりそれは生活の複雑さと関連し經濟学もそれにつれて複雑になっている。同様に各種の學術も複雑になっている。そして各學術すべてが代数学の知識を必要としていると分析する。⁽¹³⁾

その代数学の目指す眞の精神が、「實驗ノ結果ヲ抽象シテ法則化シ公式化スル作用」であり、この眞の精神こそが「我々人間ノ生活内容ニ躍動スル科學的精神」であるというのである。代数学は「經

驗ヲ土臺トシテソノ經驗ヲ普遍化スル所謂一切ノ科學ハ普遍化スルトイフ最モ科學トシテノ重大ナ部分」なのである。⁽¹⁴⁾

この科學的精神の練磨を目指す教育は、發見的、創造的であると述べ、「子供ヲシテ創造セシメル」ために、子供自身に觀察や実測や実験をさせ「多クノ事象間ニ存在スル法則ヲ捉ヘサセルヤウニシナケレバナラナイ」と主張する。⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

もちろんそのためには生徒の心理的變遷を考慮することが大切であることにも触れている。すなわち「生徒ノ内面的ノ興味ト理解」は「生徒ノ心理發展ノ經路ナリ順序」、「環境ナリ經驗」と深い関係があると考え、実験心理学にも興味を示しているのである。⁽¹⁷⁾

6. 関数概念の養成

高崎は科學的精神が形となって現れたのが、代数学の中の関数概念であると考え、数学(代数学)の存在価値の重要性を述べる。

科學的精神ニヨツテ人々ハ前ニ述ベタヤウニ種々ノ現象ヲ普遍化スルノデアルガ、特ニコレガ數學ヲケテモ代數學ニ於テ形ニナツテアラハレタモノハ即チ**函数概念**デアル。今私ハコノ函数概念ニツイテ述ベナケレバナラナイ。⁽¹⁸⁾

また高崎は、自分の意志を誤解されないように、関数が必要なのではなく関数思想であること、及び「教科書ノ一隅ニ函数トイフ名目ガアレバ直チニ、此ノ教科書デ函数概念ノ養成ガ出來ル」のではなく「**函数概念ノ養成ノタメニハ教科書ノ各部分ヲソレニ注グヤウニシナケレバナラナイシ**、又實際教授ニ當ツテモ各所デ養成セラレルヤウニシナケレバナラナイ」ことを注意している。

函数的事項ハ式デ表ハシ得ルト否トニ關ハラズ、吾々ノ日常生活ニハ常ニ遭遇スルモノデアリ、吾々ハソレニ對シテ正鵠ナル判斷ヲ必要トスル。故ニ吾々ニ必要ナモノハ**函数**デハナクテ、**函数思想**デアル。⁽¹⁹⁾

函数概念ハ斯クテ代數學教育ノ中心生命ヲナスモノデアルカラ、特ニ慎重ニ考ヘル必要ガアル。世上往々ニシテ教科書ノ一隅ニ函数トイフ名目ガアレバ直チニ、此ノ教科書デ函数概念ノ養成ガ出來ルト思フ人ノアルノハ甚ダ残念ナコトデ、代數學教育ノ中心生命トモイフベキ**函数概念ノ養成ノタメニハ教科書ノ各部分ヲソレニ注グヤウニシナケレバナラナイシ**、又

實際教授ニ當ツテモ各所デ養成セラレルヤウニシナケレバナラナイ。(20)

もちろん関数の定義にしても数学で扱うような抽象的なものではなく、数を対象とした定義でよいと考えている。

今日中等學校デ使用サレテキル函數ノ定義ハ次ノヤウナモノデアル。

“任意ニ變ジ得ル數ヲ變數トイフ。今コノ變數ヲ x トシ、變數 x ノ一ツノ値ニ對シテ他ノ變數 y ノ値ガ定マルトキ、 y ヲ x ノ函數デアルトイフ。”

勿論此ノ定義ニハ數學者カラ見レバ不完全デアラウ。併シ乍ラ學校數學トシテ必要ナハ函數ノ定義デハナイ。願フトコロハ其ノ概念デアル。數學者ノ函數論ハ函數概念ノ養成ニハ全く不必要デアル。(21)

そして高崎は、関数概念を養成するための具体的方法を4点述べている。

- (1)教師其ノ人ガ先ヅ代數ノ此ノ中心目的ニ徹底スルコト。(22)
- (2)代數學教科書ノ教材ノ選擇並ニ配列ヲ函數概念ヲ養成スルヤウ考慮スルコト。(23)
- (3)グラフ教育ノ普及ヲ圖ルコト。(24)(25)
- (4)各教材ノ函數的考察ヲ怠ラヌコト。(26)

しかし、高崎は算術や代数学、そこにおけるグラフ教授だけが関数概念を養成するのではなく、幾何学や三角法の授業においてもなされるべきであると述べている。(27)

実際に高崎は、「幾何學ノ授業ノ一端ヲ掲ゲテ、函數概念ノ養成ノ上カラ見テノ幾何學ノ授業」を行っている(この授業については高崎本人が『学校数学』第6号(昭和7年)で報告している)。昭和6年12月5日に第二学年を対象として、辺の数が変れば内角の和はどうなるかという「 n 角形の内角の和」の問題、辺の数が変れば正多角形の内角・外角はどう変るかという「正多角形の内角・外角」の問題についての授業である。高崎は、この授業で、辺の数と内角の和の関係のグラフや辺の数と内角・外角の関係のグラフまでも描かせている。高崎の幾何学における関数概念の養成に対する主張がよく表われている授業である。(28)

この授業を振り返り高崎は、このような授業の方法は生徒にとって遙かに興味を覚え、数学の本質からしても効果的であったと自己評価している。(29)

また、関数概念を養成するための具体的方法の(1)とも絡んで、やはり関数概念の養成は教師の教科指導に対する態度や考え方に大きく依っていること即ち教師の責任についても述べている。(30)

更に高崎は、どのようにしたら生徒の関数概念の発達していく様子を測定できるかという評価問題にも言及している。(31) 実に実践家らしい発想である。

高崎はその具体的な例として、全米数学教師の会(National Council of Teachers of Mathematics 7th yearbook)の中に載せられているE.R.Breslichの論文「関数概念発達度ノ測定」に書かれている例を紹介している。(32)

7. まとめ

高崎は、教育活動を行う中でその現実にも目を向けており、どんなにすばらしい教育論を唱えても、高等学校の入学試験の前には無力であるのだと、現実の厳しさを痛感している。しかしこのような現状の中で、高崎は教育の立脚点を生活に置く。そして長田新の言葉を借りて教育の目的を語る。即ち「人間性ノ具體的體現ソレガ生活デアル。生活ハソレガ人間性ノ具體的體現タルトコロニ教育的意義ガアル」のだから、教育の目的は「人間ヲ人間タラシメル」ことであると。ゆえに「学校数学」も、「数学ソノモノノ傳授」ではなく「被教育者ノ内界ニ純内面性ヲ形成スル」ものでなければならないとし、内面性の形成の重要性を訴えている。

そしてその「内面性」を高崎は「科學的精神」と呼びたいのである。しかし「直観ハ認識發展ノ唯一ツノ而モ絶對ノ基礎デアル」と考えられるから、「内面的ナ科學的精神ノ發展ハ直観ニヨリ外ニ途ハナイ」とし、高崎は数学教育の目的を「學ブモノノ直観ヲ働カセテ科學的精神ヲ發揚セシメルニ在ル」と考えたのである。

その科学的精神が形となって現れたのが、代数学の中の関数概念である。

そして関数概念を養成するための具体的方法を4点述べている。(1)教師の関数概念養成への積極的態度が大切であること、(2)代数学教科書の教材選択とその配列には関数概念の養成の視点を考慮すること、(3)グラフ教育を普及すること、(4)各教

材へ関数的思考を積極的に運用することである。

しかし、高崎は算術や代数学、そこにおけるグラフ教授だけが関数概念を養成するのではなく、幾何学や三角法の授業においてもなされるべきであると述べ、実際に高崎は、「幾何学ノ授業ノ一端ヲ掲ゲテ、函数概念ノ養成ノ上カラ見テノ幾何学ノ授業」を行っている。昭和6年12月5日に第二学年を対象として、辺の数が変れば内角の和はどうかという「 n 角形の内角の和」の問題、辺の数が変れば正多角形の内角・外角はどうかという「正多角形の内角・外角」の問題についての授業である。高崎は、辺の数と内角の和の関係を表すグラフや辺の数と内角・外角の関係を表すグラフまでも描かせている。このようにグラフまで描かせるといった指導は高崎独自の発想ではなかったかと思われる。ここまでの指導は、黒田の幾何学における「函数的思想」の養成の指導にも見当たらない⁽³³⁾。高崎が全く黒田の幾何学における関数概念の養成を知らないということは、高崎の研究の熱心さからしても考えられない。このことからして高崎の幾何学に対する関数概念の養成は黒田よりさらに進んだものと考えられる。

また関数概念を養成するための具体的方法の(1)とも絡んで、やはり関数概念の養成は教師の教科指導に対する態度や考え方に大きく依っていること即ち教師の責任について述べている。

更に高崎は、どのようにしたら生徒の関数概念の発達していく様子を測定できるかという評価問題にも言及している。評価問題までも視野に入れた関数概念の養成の教育を考えていたのである。

高崎は現場の実践家としての誇りを持ち、実際の視点をもって研究を進めたという点で評価できる人物である。

【引用文献・参考文献及び注】

- (1)『學校數學』は広島高等師範学校附属中学校数学研究会が作成していた雑誌で昭和5年11月5日から昭和15年7月5日まで年に4回ずつ出版されている。
- (2)『日本中等教育数學會雑誌』は日本中等教育数学会が発行していた雑誌で大正8年4月から昭和21年8月まで年に5回ずつ出版されている。
- (3)「我國中學校ノ數學教育ノ現状」広島高等師範学校附属中学校数学研究会『学校数学』第23号pp.33-43(昭和11年8月3日発行：修文館)のp.35

- (4)上掲書(3)pp.39-40

綜合ノミヲ採用シテキル 26 校中ニハ「五カ年間取扱ツテ見テ結局綜合ヨリ分科ノ方ガヨイヤウニ思フ」トカ、「來年カラハ分科ヲ採用スル豫定デアル」等ノ諸事項ガアツテ綜合主義教育ニツイテハ益悲觀的ナ材料ガ多イ。ソレニ反シテ分科採用者側ニハ「來年ハ綜合ニシテ見ヨウ」トイツタヤウナ意見ハーツモナカツタ。

- (5)「生活數學ニ於テ」『日本中等教育数學會雑誌』第19巻、第1号pp.34-42(昭和12年1月発行)のP.34
- (6)上掲書(5)pp.34-35 (7)上掲書(5)pp.35-3
- (8)上掲書(5)p.35 (9)上掲書(5)pp.36-37
- (10)上掲書(5)P.41
- (11)「學校數學ノ再認識」『日本中等教育数學會雑誌』第15巻、第4号—第5号pp.256-265(昭和8年10月28日発行：日本中等教育数學會)のpp.256-257
- (12)上掲書(11)p.257
- (13)「代數學ノ本質」広島高等師範学校附属中学校数学研究会『学校数学』第10号pp.60-102(昭和8年3月25日発行：修文館)のp.68
- (14)上掲書(13)のpp.70-71
- (15)「數學教育ニ於ケル實驗實測」広島高等師範学校附属中学校数学研究会『学校数学』第32号pp.19-34(昭和13年10月20日発行：修文館)のp.20
- (16)上掲書(15)のp.21
- (17)「古代數學ト數學教育」広島高等師範学校附属中学校数学研究会『学校数学』第29号pp.40-49(昭和13年1月8日発行：修文館)のp.41
- (18)上掲書(13)p.72 (19)上掲書(13)p.76
- (20)上掲書(13)pp.76-77 (21)上掲書(13)p.77
- (22)上掲書(13)p.78 (23)上掲書(13)p.78
- (24)上掲書(13)p.79 (25)上掲書(13)pp.79-80
- (26)上掲書(13)p.80
- (27)「學校數學ノ「イデオロギー」トシテノ函数概念ノ養成ニツイテ」広島高等師範学校附属中学校数学研究会『学校数学』第6号pp.50-61(昭和7年3月10日発行：修文館)のpp.51-52
- (28)この授業内容は昭和6年11月27日検定合格の教科書『中等教育新制數學教科書第一学年用』に載せられている。この教科書は昭和6年8月29日に印刷されている。教科書を書く時間的なことを考えると、この授業の発想・構成は少なくともそれより1年くらい前には考えられていたはずである。即ち昭和5年頃にはこのような授業をしていたと考えられる。
- (29)上掲書(27)p.59 (30)上掲書(27)p.59
- (31)「函数概念発達度ノ測定」広島高等師範学校附属中学校数学研究会『学校数学』第7号pp.47-59(昭和7年6月5日発行：修文館)のp.47
- (32)上掲書(31)pp.48-59
- (33)拙稿「黒田稔の関数思想についての考察」全国数学教育学会誌『数学教育研究』第7巻2001pp.117-124